



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 31 261 A1 2004.01.22

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 103 31 261.7

(51) Int Cl.⁷: H01M 8/04

(22) Anmeldetag: 10.07.2003

(43) Offenlegungstag: 22.01.2004

(30) Unionspriorität:

2002-201096	10.07.2002	JP
2003-129171	07.05.2003	JP

(74) Vertreter:

Kuhnen & Wacker Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising

(71) Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

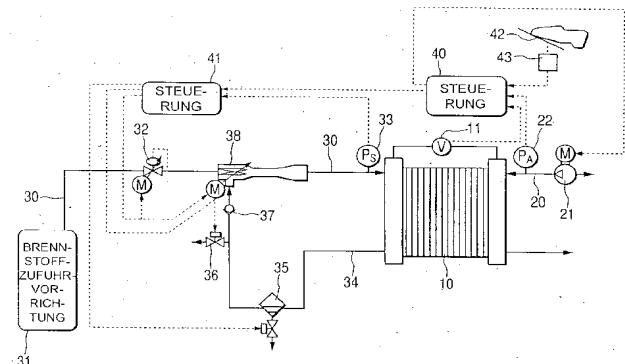
(72) Erfinder:

Morishima, Shingo, Kariya, Aichi, JP; Suzuki,
Masahiko, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Brennstoffzellensystem zum akkurateen Steuern des Brennstoffzufuhrdrucks**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Brennstoffzellensystem vorgeschlagen, welches einen Abgasrückführmechanismus aufweist, welcher zum Mischen eines von einer Brennstoffzelle abgegebenen Abgases mit einem der Brennstoffzelle zugeführten Wasserstoffgas dient. Der Abgasrückführmechanismus ist mittels einer Treibmittelvakuumpumpe implementiert, bei welcher eine Auslaßfläche gesteuert werden kann, um einen Auslaßdruck in Übereinstimmung mit einem Zieldruck zu bringen. Die Verwendung eines solchen Typs einer Treibmittelvakuumpumpe stellt die gewünschte Genauigkeit des Rückführens des Abgases und des Regulierens der Brennstoffzelle zugeführten Brennstoffdrucks sicher.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf ein Brennstoffzellensystem nach dem Anspruch 1 sowie dem Anspruch 13, welches für Fahrzeuge, Boote, Schiffe oder tragbare Generatoren geeignet ist, welches mit einer Brennstoffzelle ausgestattet ist, die zum Umwandeln der durch elektrochemische Reaktion von Sauerstoff und Wasserstoff erzeugten Energie in elektrische Energie dient, und ausgestaltet ist, um einen Brennstoffzufuhrdruck mit hoher Genauigkeit zu steuern.

Stand der Technik

[0002] Es sind Brennstoffzellensysteme bekannt, welche ausgestaltet sind, um ein von einer Brennstoffelektrode einer Brennstoffzelle abgegebenes Abgas unter Verwendung einer Pumpe anzusaugen und es mit Brennstoff, welcher der Brennstoffzelle zugeführt wird, zu vermischen. Die Pumpe wird für gewöhnlich durch eine Treibmittelvakuumpumpe implementiert bzw. umgesetzt, welche mit einer Einspritzdüse ausgestattet ist, da sie in der Lage ist, Fluidenergie des zugeführten Brennstoffs zum Einsparen von Leistung zu nutzen.

[0003] Für gewöhnlich müssen die Brennstoffzellensysteme einen Brennstoffzufuhrdruck auf einem gewissen Wert halten, um eine Druckdifferenz zwischen einer Sauerstoffelektrode und einer Brennstoffelektrode zu verringern, die Ausgabe bzw. Abgabe der Brennstoffzelle stabil zu halten und Feuchtigkeit von der Brennstoffzelle abzuführen bzw. zu eliminieren. Die Treibmittelvakuumpumpe ist jedoch Schwankungen des Brennstoffdrucks (d. h. des Drucks eines zugeführten Brennstoffs) an einem Auslaß hiervon und der Flußrate von rezirkuliertem bzw. rückgeföhrt Abgas aufgrund von Veränderungen von Druck und Flußrate des der Brennstoffzelle zugeführten Brennstoffs ausgesetzt. Die Treibmittelvakuumpumpe weist zudem einen Nachteil dahingehend auf, daß ein steuerbarer Bereich der Flußrate des Abgases eng ist.

[0004] Eine erste Veröffentlichung des japanischen Patents mit der Nr. 2001-266922 offenbart ein Brennstoffzellensystem, welches Drucksteuerungsleitungen und eine Mehrzahl von Drucksteuerungsventilen hat, welche als Funktion des Drucks in einem Oxidationsmittelzuführer gesteuert werden können.

[0005] Das oben genannte System hat jedoch Nachteile dahingehend, daß die Anordnung, welche aus den Drucksteuerungsventilen und den Bypass-Leitungen besteht, komplex ist, die Steuerung des Drucks des der Brennstoffzelle zugeführten Brennstoffs von dem zugeführten bzw. angelegtem Druck des Oxidationsmittels abhängt, wodurch es schwierig wird, der Forderung nach einer hochakkuraten Brennstoffzufuhrsteuerung gerecht zu werden, und eine Veränderung des Drucks des zugeführten Oxidationsmittels zu einer Veränderung des Drucks des zugeführten Brennstoffs (bspw. Nachlaufen) führen kann, was zu einer Instabilität des Betriebs der Brennstoffzelle führt.

[0006] Ferner kann die im Abgas enthaltene Feuchtigkeit in Nähe der Einspritzdüse in kühler Umgebung einfrieren, wodurch es zu Änderungen im Bereich bzw. in der Fläche eines Auslasses der Düse und am Zustand einer Wandfläche der Düse führt, was eine Störung der Steuerung der Flußrate des Abgases verursachen kann.

Aufgabenstellung

[0007] Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden.

[0008] Es ist ein weiteres Ziel der Erfindung, ein Brennstoffzellensystem zu schaffen, welches zum Rezirkulieren bzw. Rückführen von Abgas und dem Regulieren des Drucks des der Brennstoffzelle zugeführten Brennstoffs mit hoher Genauigkeit dient bzw. wirkt.

[0009] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Brennstoffzellensystem mit den Merkmalen des Anspruchs 13.

[0010] Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem geschaffen, welches in Kraftfahrzeugen verwendet werden kann. Das Brennstoffzellensystem weist auf: (a) eine Brennstoffzelle, welche elektrische Energie erzeugt, welche von chemischer Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff herrührt; (b) eine Wasserstoffzuführleitung, welche ein Wasserstoffgas von einer Wasserstoffzufuhrvorrichtung zur Brennstoffzelle zuführt; (c) eine Abgasrückführleitung, welche sich von der Brennstoffzelle zur Wasserstoffzuführleitung erstreckt; (d) einen Abgasrückführmechanismus, welcher ausgestaltet ist, um ein Abgas, welches von der Brennstoffzelle abgegeben wird und Wasserstoff enthält, welches in den chemischen Reaktionen bzw. der chemischen Reaktion nicht mit dem Sauerstoff reagiert hat, zur Brennstoffzelle durch die Abgasrückführleitung rückzuführen, wobei der Rückführmechanismus ausgestaltet ist, um eine Menge des rückgeföhrt Abgases zu steuern, und wobei er dazu dient, das durch die Abgasrückführleitung strömende Abgas mit dem durch die Wasserstoffzuführleitung strömenden Wasserstoffgas zu vermischen, um ein Gasgemisch an die Brennstoffzelle abzugeben; (e) eine Schaltung zum Festlegen einer Abgabe- bzw. Ausgabeanforderung, welche zum Festlegen einer Forderung nach Ausgabe bzw. Abgabe elektrischer Energie von der Brennstoffzelle wirkt bzw. dient; und (f) eine Steuerung, welche zum Steuern der Menge des rückgeföhrt Abgases durch den Abgas-

rückführmechanismus als eine Funktion der Forderung nach Abgabe bzw. Ausgabe von elektrischer Energie, welche durch die Schaltung zum Festlegen der Ausgabeforderung festgelegt wird, dient, wodurch ein Ausgabedruck des Abgasrückführmechanismus gesteuert wird.

[0011] Die Verwendung des Abgasrückführmechanismus, welcher ausgestaltet ist, um die Menge des rückgeführten Abgases zu steuern, führt zu einer vereinfachten Anordnung bzw. Aufbau des Systems und einer erhöhten Genauigkeit der Steuerung des Abgabe- bzw. Ausgangs- bzw. Auslaßdrucks des Abgasrückführmechanismus, d. h. des Drucks des in die Brennstoffzelle eingeführten Wasserstoffgases.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0013] In der bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform weist das System ferner einen Drucksensor auf, welcher zum Messen des Ausgangsdrucks des Abgasrückführmechanismus dient bzw. wirkt. Die Steuerungsschaltung steuert die Menge des rückgeführten Abgases als Funktion des durch den Drucksensor gemessenen Ausgangsdrucks.

[0014] Die Steuerung kann den Ausgangsdruck des Abgasrückführmechanismus überwachen, um die Menge des durch den Abgasrückführmechanismus rückgeführten Abgases derart zu steuern, daß der Auslaß- bzw. Ausgangsdruck des Abgasrückführmechanismus unter Feedback-Steuerung in Übereinstimmung mit einem Zieldruck gebracht wird.

[0015] Die Steuerung kann alternativ den Ausgangsdruck des Abgasrückführmechanismus überwachen, um die Menge des durch den Abgasrückführmechanismus rückgeführten Abgases derart zu steuern, daß der Ausgangsdruck des Abgasrückführmechanismus unter Feedback-Steuerung in einen Zielbereich fällt. Liegt der Ausgangsdruck des Abgasrückführmechanismus innerhalb des Zielbereichs, und ist eine tatsächliche Menge der mittels der Brennstoffzelle erzeugten elektrischen Energie kleiner als die geforderte Abgabe an elektrischer Energie durch die Brennstoffzelle, so läßt die Steuerung das Abgas aus der Abgasrückführleitung ab.

[0016] Der Abgasrückführmechanismus kann mittels einer Treibmittelvakuumpumpe bzw. Einspritzvakuum-pumpe implementiert werden, welche eine Düse mit einem Auslaß hat, aus welchem das Wasserstoffgas abgegeben wird, und welche derart gestaltet ist, daß ein Bereich bzw. eine Fläche des Auslasses der Düse gesteuert bzw. geregelt werden kann.

[0017] Die Treibmittelvakuumpumpe hat eine zulaufende Nadel, welche koaxial innerhalb der Düse derart angeordnet ist, daß sie selektiv in einer ersten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel dem Auslaß der Düse nähert, und in einer zweiten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel vom Auslaß der Düse weg bewegt, bewegbar ist, wodurch sich die Auslaßfläche bzw. der Auslaßbereich der Düse verändert.

[0018] Das System weist ferner ein Stellglied bzw. einen Regler auf, welcher elektrisch bedienbar ist, um die zulaufende Nadel in einer ausgewählten der ersten oder zweiten Richtungen zu bewegen.

[0019] Das System kann ferner einen Heizer bzw. eine Heizvorrichtung aufweisen, welcher zum Beheizen des Abgasrückführmechanismus dient bzw. wirkt. Der Heizer ist derart installiert, daß er sich vom Auslaß der Düse stromabwärts des Wasserstoffgasstroms erstreckt. Der Heizer kann mittels eines PTC-Heizers implementiert werden.

[0020] Das System kann ferner einen Regulierungsmechanismus für den Wasserstoffzufuhrdruck aufweisen, welcher zum Regulieren eines Drucks des von der Wasserstoffzufuhrvorrichtung abgegebenen Wasserstoffgases dient.

[0021] Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird ein Brennstoffzellensystem geschaffen, welches aufweist: (a) eine Brennstoffzelle, welche zum Erzeugen einer elektrischen Energie wirkt bzw. dient, welche von chemischen Reaktionen bzw. einer chemischen Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff herrührt; (b) eine Wasserstoffzuführleitung, welche der Brennstoffzelle Wasserstoffgas aus bzw. von einer Wasserstoffzufuhrvorrichtung zuführt; (c) eine Abgasrückführleitung, welche sich von der Brennstoffzelle zu der Wasserstoffzuführleitung erstreckt; und (d) einen Abgasrückführmechanismus, welcher derart ausgestaltet ist, daß ein Abgas, welches von der Brennstoffzelle abgegeben wird und Wasserstoff aufweist, welcher mit dem Sauerstoff in der chemischen Reaktion nicht reagiert hat, durch die Abgasrückführleitung der Brennstoffzelle rückgeführt bzw. rezirkuliert wird. Der Abgasrückführmechanismus dient bzw. wirkt zum Mischen des Abgases, welches durch die Abgasrückführleitung strömt, mit dem Wasserstoffgas, welches durch die Wasserstoffzuführleitung strömt, um ein Gasgemisch an die Brennstoffzelle abzugeben. Der Abgasrückführmechanismus spricht auf einen Druck des von dem Abgasrückführmechanismus abgegebenen Gasgemisches an, um den Druck des Gasgemisches in Übereinstimmung mit einem Zielwert zu bringen.

[0022] In der bevorzugten erfindungsgemäßen Ausführungsform ist der Abgasrückführmechanismus mittels einer Treibstoffvakuumpumpe implementiert, welche eine Düse mit einem Auslaß hat, von welchem das Wasserstoffgas abgegeben wird und welche derart gestaltet ist, daß ein Bereich bzw. eine Fläche des Auslasses der Düse als Reaktion bzw. Antwort auf den Druck des Gemisches variabel bzw. varierbar ist.

[0023] Die Treibmittelvakuumpumpe kann eine zulaufende bzw. schräge Nadel aufweisen, welche innerhalb der Düse koaxial hierzu angeordnet ist, um selektiv in einer ersten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel dem Auslaß der Düse nähert, und in einer zweiten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel vom Auslaß der Düse entfernt, bewegbar ist, wodurch die Fläche bzw. der Bereich des Auslasses der Düse verän-

dert wird.

[0024] Die Treibmittelvakuumpumpe hat ein elastisches Stellglied bzw. Aktuator, welcher elastisch auf den Druck des Gemisches reagiert, um die zulaufende Nadel in einer ausgewählten ersten oder zweiten Richtung zu bewegen.

[0025] Das elastische Stellglied bzw. Aktuator bzw. Regler kann mittels einer Feder wie einem Balg implementiert sein.

Ausführungsbeispiel

[0026] Die Erfindung wird aus der untenstehend gegebene detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die angehängten Figuren der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, welche jedoch nicht als Beschränkung der Erfindung auf die speziellen Ausführungsformen verstanden werden sollen, sondern lediglich dem Zwecke der Erklärung und dem Verständnis dienen, verständlich. In der Zeichnung gilt:

[0027] **Fig. 1** ist ein Schaltdiagramm, welches ein Brennstoffzellensystem gemäß der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt;

[0028] **Fig. 2** ist eine Längsschnittansicht, welche eine Treibmittelvakuumpumpe, welche im Brennstoffzellensystem von **Fig. 1** verwendet wird, zeigt;

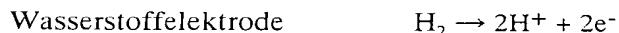
[0029] **Fig. 3** ist ein Flußdiagramm eines Programms, welches durch Steuerungen des Brennstoffzellensystems von **Fig. 1** ausgeführt wird;

[0030] **Fig. 4** ist eine Längsschnittansicht, welche eine Treibmittelvakuumpumpe gemäß der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt; und

[0031] **Fig. 5** ist eine Längsschnittansicht, welche eine Treibmittelvakuumpumpe gemäß der dritten erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt.

[0032] Die Figuren, bei welchen gleiche Bezugszeichen gleiche Bauteile in verschiedenen Ansichten bezeichnen, und insbesondere auch **Fig. 1**, zeigen ein Brennstoffzellensystem gemäß der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform, welches im Wesentlichen eine Brennstoffzellenanordnung bzw. ein Brennstoffzellenbündel **10**, eine Luftzufuhrvorrichtung **21**, eine Brennstoffzufuhrvorrichtung **31**, eine Einspritz- bzw. Treibmittelvakuumpumpe **38** und Steuerungen **40** und **41** aufweist.

[0033] Die Brennstoffzellenanordnung **10** dient zum Umwandeln der durch elektrochemische Reaktion von Wasserstoff, d. h. Brennstoff, und Sauerstoff, d. h. emulgierendes Mittel, erzeugten Energie in elektrische Leistung. Die Brennstoffzellenanordnung **10** ist aus einer Mehrzahl von festen Polyelektrolyt-Brennstoffzellen aufgebaut. Jede Zelle ist aus einem Paar von Elektroden (welche untenstehend auch eine Sauerstoffelektrode und eine Wasserstoffelektrode genannt werden) und einem Elektrolytfilm aufgebaut, welcher zwischen den Elektroden angeordnet ist. Die Brennstoffzellenanordnung **10** wird zum Zuführen von Leistung zu einer elektrischen Vorrichtung wie einem Antriebsmotor oder einer Speicherbatterie verwendet. Der Brennstoffzellenanordnung **10** wird Wasserstoff und Luft (Sauerstoff) zugeführt, und sie induziert deren elektrochemischen Reaktionen an den Elektroden, welche wie folgt geschrieben werden:



Die obenstehenden elektrochemischen Reaktionen ergeben Wasser. Zusätzlich werden angefeuchtete Wasserstoff- und Luftgase in die Brennstoffzellenanordnung **10** eingebracht, was in dieser zur Bildung von Kondenswasser führt. Die Feuchtigkeit bildet sich somit innerhalb der Brennstoffzellenanordnung **10**. Die Brennstoffzellenanordnung **10** hat einen hieran angefügten Spannungsmesser **11**, welcher zum Messen einer Ausgangsspannung der Brennstoffzellenanordnung **10** dient und diese der Steuerung **40** in Signalform angibt.

[0034] Das Brennstoffzellensystem hat zudem eine Luftzufuhrleitung **20** zum Zuführen von sauerstoffhaltiger Luft zu den Sauerstoffelektroden (d. h. zu den positiven Elektroden) der Brennstoffzellenanordnung **10**, und eine Wasserstoffzufuhrleitung **30** zum Zuführen von Wasserstoffgas zu den Wasserstoffelektroden (d. h. zu den negativen Elektroden) der Brennstoffzellenanordnung **10**. Das Wasserstoffzellensystem weist ferner einen Luftzufuhrdrucksensor **22** und einen Wasserstoffzufuhrdrucksensor **33** auf. Der Luftzufuhrdrucksensor **22** ist in einer Luftzufuhrleitung **20** nahe einem Lufteinlaß der Brennstoffzellenanordnung **10** angeordnet und dient zum Messen des Drucks der der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Luft. Der Wasserstoffzufuhrdrucksensor **33** ist in der Wasserstoffzufuhrleitung **30** nahe einem Wasserstoffgaseinlaß der Brennstoffzellenanordnung **10** angeordnet und dient dem Messen des Drucks des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Wasserstoffgas. Der Druck des Wasserstoffgases, welches der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführt wird, ist im Wesentlichen gleich einem Auslaßdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38**.

[0035] Eine Abgasumlaufleitung bzw. -rückfährleitung **34** ist zwischen einem Wasserstoffauslaß der Brennstoffzellenanordnung **10** und einem Abschnitt der stromabwärts eines Reglers **32** angeordneten Wasserstoffzufuhrleitung **30** angeordnet. Die Abgasumlaufleitung **34** dient dazu, Abgas, welches unreagiertes, von der

Brennstoffzellenanordnung **10** abgegebenes Wasserstoffgas enthält, mit einem Hauptstrom des Wasserstoffgases zur Brennstoffzellenanordnung **10** zu verbinden. Die Abgasumlaufleitung **34** hat einen hierin angeordneten Gas-Flüssigphasen-Abscheider **35**, ein Ablaßventil **36** und ein Rückschlagventil **37**. Der Gas-Flüssigphasen-Abscheider **35** dient zum Abscheiden der Feuchtigkeit aus dem Abgas. Das Ablaßventil **36** dient zum Ab- bzw. Auslassen des Abgases aus dem Brennstoffzellensystem. Das Rückschlagventil **37** dient dazu, einen Rückstrom des Abgases zu verhindern, wenn dieses nach außerhalb des Brennstoffzellensystems abgelassen wird. Die mittels des Gas-Flüssigphasen-Abscheiders **35** abgetrennte Feuchtigkeit wird durch Öffnen eines Ablaßventils abgelassen, welches unterhalb des Gas-Flüssigphasen-Abscheiders **35** installiert ist, wie in der Zeichnung gezeigt ist.

[0036] Die Treibmittelvakuumpumpe **38** ist an einer Verbindungsstelle der Abgasumlaufleitung **34** und der Wasserstoffzuführleitung **30** installiert. Die untenstehend detailliert beschriebene Treibstoffvakuumpumpe **38** dient dazu, das Abgas unter Nutzung von Fluidenergie einzusaugen, welche durch einen Strom des von der Brennstoffzuführvorrichtung **31** ausgegebenen Wasserstoffgas entwickelt wurde, und dieses in die Brennstoffzellenanordnung **10** zu rezirkulieren bzw. rückzuführen.

[0037] In das oben beschriebene Brennstoffzellensystem sind die beiden Steuerungen **40** und **41** mittels elektronischer Steuereinheiten implementiert. Die erste Steuerung **40** empfängt ein Ausgabesignal eines Akzeleratorpositionssensors **43**, welches eine Position eines Akzelerator- bzw. Gaspedals **42** bspw. eines Automobils angibt, und errechnet basierend auf einer Stellung bzw. Position des Gaspedals **42** eine erforderliche bzw. benötigte Menge an Elektrizität, welche durch die Brennstoffzellenanordnung **10** erzeugt werden soll. Die erste Steuerung **40** dient zudem dazu, Mengen an Wasserstoffgas und Abgas sowie einen Zuführdruck des Wasserstoffgases (d. h. den Auslaßdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38**), welche von der Brennstoffzellenanordnung **10** zum Erzeugen der erforderlichen bzw. benötigten Elektrizität benötigt werden, zu errechnen und einen Signalbefehl an die zweite Steuerung **41** auszugeben.

[0038] In dieser Ausführungsform handelt es sich bei einem Verhältnis der Menge an Wasserstoffgas, welches von der Brennstoffzuführvorrichtung **31** zugeführt wird, zu einer Menge von Abgas, welche der Brennstoffzellenanordnung **10** rückzuführen ist, um einen festen Wert (bspw. 1 : 0,2). Eine Bestimmung bzw. ein Festlegen der rückgeführten Menge an Abgas findet somit durch Festlegen der zugeführten Menge an Wasserstoffgas statt. In der ersten Steuerung **40** ist eine Karte bzw. Liste angelegt, welche ein Verhältnis zwischen der Menge an Wasserstoffgas, welche der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführt werden muß, der Menge an Abgas, welche in die Brennstoffzellenanordnung **10** rückgeführt werden muß, und dem Druck, welcher erforderlich ist, um der Brennstoffzellenanordnung **10** das Wasserstoffgas zuzuführen, aufgelistet bzw. aufführt.

[0039] Die erste Steuerung **40** errechnet zudem die Luftmenge, welche von der Brennstoffzellenanordnung **10** benötigt wird, um die erforderliche bzw. benötigte Elektrizität zu erzeugen, und steuert die Geschwindigkeit eines Kompressors **21**. Insbesondere überwacht die erste Steuerung **40** eine Ausgabe des Luftzuführdrucksensors **22**, um die Geschwindigkeit des Kompressors **21** unter einer Feedbacksteuerung zu verändern bzw. anzupassen. Die erste Steuerung **40** steuert basierend auf einer Ausgabe des Spannungsmessers **11** auch die Erzeugung von Elektrizität in der Brennstoffzellenanordnung **10**.

[0040] Die zweite Steuerung **41** empfängt ein Steuersignal von der ersten Steuerung **40** und eine Ausgabe des Wasserstoffzuführdrucksensors **33**. Die zweite Steuerung **41** errechnet eine Ventilöffnungszielstellung eines Reglers **32**, welche auf der benötigten Menge an zugeführten Wasserstoffgas basiert, und eine Düsenöffnungsstellung der Treibmittelvakuumpumpe **34**, welche auf der benötigten Menge an rückgeführtem Abgas basiert, und gibt Steuersignale an den Regler **32** und die Treibmittelvakuumpumpe **38** aus. Die zweite Steuerung **41** gibt ebenfalls Steuersignale an den Gas-Flüssigphasen-Abscheider **35** und das Ablaßventil **36** aus.

[0041] Wie Fig. 2 deutlich zeigt, weist die Treibmittelvakuumpumpe **38** eine Wasserstoffeinlaßöffnung **381**, eine Abgaseinlaßöffnung **382**, eine Düse **383**, einen Auslaß **384**, eine bewegbare Nadel **385**, eine Nadelführung **386**, ein Schneckenrad **387** und einen Elektromotor **388** auf.

[0042] Die Wasserstoffeinlaßöffnung **381** führt zu der Wasserstoffzuführleitung **30**. Die Abgaseinlaßöffnung **382** steht in Verbindung mit der Abgasumlaufleitung bzw. Abgasrückführleitung **34**. Die Düse **383** ist aus einem hohlen Zylinder mit einem inneren Fluidweg aufgebaut. Die Düse **383** ist innerhalb eines hohlen zylindrischen Pumpengehäuses angeordnet, um einen äußeren Fluidweg zwischen einer äußeren Wand der Düse **383** und einer inneren Wand des Pumpengehäuses festzulegen. Der innere Fluidweg steht in Verbindung mit der Wasserstoffeinlaßöffnung **381**. Der äußere Fluidweg steht in Verbindung mit der Abgaseinlaßöffnung **382**. Der innere Fluidweg hat einen zulaufenden Auslaß, welcher zum Ausgeben bzw. Abgeben eines Hochgeschwindigkeitsstroms des Wasserstoffgases dient.

[0043] Der Hochgeschwindigkeitsstrom des Wasserstoffgases bewegt sich zum Aus-laß **384**, wobei das Abgas hier hineingezogen wird. Der Hochgeschwindigkeitsstrom erzeugt insbesondere einen negativen Druck oder ein Vakuum um den Umfang der Düse **383** herum, wodurch das Abgas, welches durch die Abgasumlaufleitung **34** in den Wasserstoffgasstrom strömt, derart eingesaugt wird, daß ein Gemisch bzw. eine Mischung des Abgases und des Wasserstoffgases vom Auslaß **384** abgegeben und der Brennstoffzellenanordnung **10** durch die Wasserstoffzuführleitung **30** zugeführt wird.

[0044] Die oben beschriebene Treibmittelvakuumpumpe **38** weist die innerhalb der Düse **383** koaxial zu dieser angeordnete, bewegbare Nadel **385** auf. Die bewegbare Nadel **385** ist durch das Schneckenrad **387** mechanisch mit einer Ausgangswelle des Motors **388** derart verbunden, daß sie sich in einer Längsrichtung hier von innerhalb der Düse **383** bewegen kann, um eine Querschnittsfläche des Auslasses der Düse **383** zu verändern. Die Nadel **385** hat einen zulaufenden Kopf, welcher durch den Motor **388** angetrieben bzw. bewegt wird, um den Querschnittsbereich des Auslasses der Düse **383** wie gewünscht einzustellen. Wird die Nadel **385** der Düse **383** nach innen bewegt (d. h. in die in der Figur links liegende Richtung), so nimmt der Querschnittsbereich des Auslasses der Düse **383** zu, wohingegen, wenn die Nadel **385** aus der Düse **383** herausbewegt wird, der Querschnittsbereich des Auslasses der Düse **383** abnimmt.

[0045] Die Einstellung des Ausgangs-Gasdrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38** und die Menge des rückgeführten Abgases wird durch Verändern des Öffnungsbereichs bzw. der Öffnungsfläche der Düse **383** erzielt. Der Ausgangs-Gasdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38** ist der Druck des Gemisches von Wasserstoffgas und Abgas, welche der Brennstoffzellenanordnung **10** von der Treibmittelvakuumpumpe **38** zugeführt werden sollen. Nimmt der Öffnungsbereich der Düse **383** ab, so führt dies zu einer Abnahme der Fluß- bzw. Strömungsgeschwindigkeit des Wasserstoffgases und der Menge des rückgeführten Abgases und einem Ansteigen des Ausgabegasdrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38**. Wird der Öffnungsbereich der Düse **383** im Gegen teil hierzu verkleinert, so führt dies zu einem Ansteigen der Strömungsgeschwindigkeit des Wasserstoffgases und der Menge des zurückgeführten Abgases und einer Verringerung des Ausgangs- bzw. Ausgabegasdrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38**.

[0046] **Fig. 3** ist ein Flußdiagramm einer Abfolge logischer Schritte oder des Programms, welches durch die Steuerungen **40** und **41** ausgeführt wird.

[0047] Nach Programmbeginn startet das Programm mit einem Schritt 100, in welchem die erste Steuerung **40** eine Ausgabe des Akzelerators- bzw. Gaspedalpositionssensors **43** überwacht, d. h. die Position des Gaspedals **42**, und das Maß an Elektrizität Wo, welche von der Brennstoffzellenanordnung **10** zum Erzeugen der Elektrizität benötigt wird, bestimmt.

[0048] Das Programm fährt fort mit dem Schritt 101, bei welchem die erste Steuerung **40** die erforderliche Menge an Wasserstoffgas, welche der Brennstoffzellenanordnung **10** zuzuführen ist, die erforderliche bzw. benötigte Menge an Abgas, welche der Brennstoffzellenanordnung **10** zurückgeführt werden muß, und den erforderlichen bzw. benötigten Druck Po des Wasserstoffgases als Funktion der benötigten Elektrizität Wo festlegt bzw. bestimmt. Diese Festlegung wird durch Nachschlagen unter Verwendung der oben beschriebenen Karte durchgeführt, welche die Beziehung zwischen der erforderlichen bzw. benötigten Menge an Wasserstoffgas, der benötigten Menge an Abgas und dem erforderlichen Druck des Wasserstoffgases angibt.

[0049] Die Routine schreitet zu Schritt 102 fort, in welchem die zweite Steuerung **41** die Ventilöffnungsposition bzw. -stellung des Reglers **32** und die Düsenöffnungsposition der Treibmittelvakuumpumpe **38** steuert. Das Programm bzw. die Routine geht zu Schritt 103 weiter, bei welchem ein aktueller bzw. tatsächlicher Druck Ps der Brennstoffzellenanordnung **10** des zugeführten Wasserstoffgases durch eine Ausgabe des Wasserstoffzufuhrdrucksensors **33** überwacht wird, um festzulegen, ob ein aktueller Druck Ps auf den erforderlichen bzw. benötigten Druck Po gesteuert bzw. eingeregelt ist oder nicht. Insbesondere wird festgelegt bzw. bestimmt, ob der aktuelle Druck Ps innerhalb eines Bereichs des erforderlichen bzw. benötigten Drucks Po $+/- \alpha$ liegt oder nicht (α ist eine gegebene Steuertoleranz). Falls ein NEIN als Antwort erhalten wird, was bedeutet, daß der aktuelle bzw. tatsächliche Druck Ps außerhalb des Bereichs des erforderlichen bzw. benötigten Drucks Po $+/- \alpha$ liegt, dann schreitet das Programm zu Schritt 104 weiter, bei welchem festgelegt bzw. bestimmt wird, ob der aktuelle bzw. tatsächliche Druck Ps größer oder kleiner als der Bereich von Po $+/- \alpha$ ist, um die Richtung zu bestimmen, in welcher die Düsenöffnungsstellung der Treibmittelvakuumpumpe **38** korrigiert werden muß.

[0050] Ist der aktuelle bzw. tatsächliche Ps größer als Po $+ \alpha$, dann schreitet das Programm zu Schritt 105 fort, in welchem die Düsenöffnungsstellung oder der Öffnungsbereich der Düse **383** der Treibmittelvakuumpumpe **38** verringert wird, wodurch die Flußgeschwindigkeit des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Wasserstoffgases erhöht wird. Dies führt zu einer Zunahme der Menge des rückgeführten bzw. rezirkulierten Abgases und zu einer Druckverringerung des von der Treibmittelvakuumpumpe **38** ab- bzw. ausgegebenen Wasserstoffgases. Ist der tatsächliche Druck Ps kleiner als Po $- \alpha$, dann schreitet das Programm alternativ zu Schritt 106 fort, bei welchem die Düsenöffnungsposition oder der Öffnungsbereich der Düse **383** der Treibmittelvakuumpumpe **38** erhöht wird, wodurch die Flußgeschwindigkeit des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Wasserstoffgases gesenkt wird. Dies führt zu einer Abnahme der Menge des rückgeführten Abgases und einem Druckanstieg des von der Treibmittelvakuumpumpe **38** abgegebenen Wasserstoffgases.

[0051] Wird in Schritt 104 festgelegt bzw. bestimmt, daß der tatsächliche Druck Ps innerhalb den Bereich von Po $+/- \alpha$ fällt, dann schreitet die Routine bzw. das Programm zu Schritt 107 fort, in welchem bestimmt wird, ob ein tatsächliches Maß Wn einer durch die Brennstoffzellenanordnung **10** erzeugten Elektrizität größer oder gleich der erforderlichen bzw. benötigten Menge Wo an Elektrizität ist oder nicht. Wird ein JA als Antwort erhalten, was bedeutet, daß die tatsächliche Menge Wn den Bedarf nach Elektrizität erfüllt, dann endet das Programm. Wird ein NEIN als Antwort erhalten, so wird alternativ davon ausgegangen bzw. geschlossen, daß der Mangel

der von der Brennstoffzellenanordnung **10** tatsächlich produzierten Elektrizität Menge Wn auf einen Rückgang der Konzentration des im Abgas enthaltenen Wasserstoffes zurückzuführen ist. Dies der Fall, da sich der Stickstoff bzw. Nitrogen, welcher in den Sauerstoffelektroden der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Luft enthalten ist, zu den Wasserstoffelektroden innerhalb eines Elektrolytfilms bewegt, was somit zu einem Anstieg der Stickstoffkonzentration im Abgas führt. Die Routine bzw. das Programm schreitet somit zu Schritt 108 fort, bei welchem das Ablaßventil **36** geöffnet wird, um das Abgas abzulassen, dessen Wasserstoffkonzentration außerhalb der Abgasumlaufleitung **34** gesenkt wird, wodurch der mangelnden Wasserstoffkonzentration innerhalb des Abgases abgeholfen ist. Das Programm kehrt anschließend zum Schritt 103 zurück, um den Druck des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Wasserstoffgases erneut zu kontrollieren bzw. zu steuern.

[0052] Wie aus der obenstehenden Diskussion ersichtlich ist, überwacht das Brennstoffzellensystem dieser Ausführungsform eine Ausgabe des Wasserstoffzufuhrdrucksensors, um den Öffnungsbereich bzw. die -fläche der Auslaßöffnung der Treibmittelvakuumpumpe **38** zu verändern, wodurch der Druck des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Wasserstoffgases (d. h. der Ablaß- bzw. Ausgangsdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38**) und die Menge des der Brennstoffzellenanordnung **10** rückgeführten Abgases gesteuert wird. Dies hebt die Notwendigkeit auf, eine Mehrzahl von Drucksteuerventilen zu haben, wie sie im herkömmlichen System, wie es im einführenden Teil dieser Anmeldung diskutiert wurde, verwendet werden, was zu einer vereinfachten Struktur bzw. Anordnung und einem Senken der Herstellungskosten des Brennstoffzellensystems führt. Ferner ist eine Verzögerung in der Druckausbreitung innerhalb der Leitungen **30** und **40** minimiert. Der Druck des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Luft wird nicht vom Druck der der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Luft beeinflußt. Es wird daher möglich, den Druck des der Brennstoffzellenanordnung zugeführten Wasserstoffgases präzise zu steuern. Die Verwendung des Reglers **32** zum Steuern des Drucks des Wasserstoffgases führt zu einer Vergrößerung bzw. Erhöhung des steuerbaren Bereichs des Ausgangsdrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38**.

[0053] **Fig. 4** zeigt die Treibmittelvakuumpumpe **38** gemäß der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform. Dieselben Bezugszeichen, wie sie in der ersten Ausführungsform verwendet wurden, bezeichnen dieselben Teile, und deren detaillierte Beschreibung wird hier ausgelassen.

[0054] Die Treibmittelvakuumpumpe **38** hat einen Balg **389**, welcher innerhalb einer Kammer des Pumpengehäuses angeordnet ist. Der Balg **389** dient als eine Feder zum Entspannen oder Kontrahieren in Folge des Auslaß- oder Ausgabedrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38**. Der Balg **389** ist an einem Ende der Nadel **385** befestigt bzw. gesichert, um die Nadel **385** in einer Längsrichtung hiervon zu bewegen. Eine Auslaßdruckübertragungsleitung **390** erstreckt sich vom Auslaß **384** der Treibmittelvakuumpumpe **38** in den Balg **389** hinein, um den Balg **389** mit dem Auslaßdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38** zu beaufschlagen.

[0055] Wenn der Auslaßdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38** ansteigt, veranlaßt dies den Balg **389**, sich zu entspannen. Alternativ hierzu wird der Balg **389** veranlaßt, sich durch seinen eigenen Federdruck zusammenzuziehen bzw. zu kontrahieren, wenn der Auslaßdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38** abfällt. Fällt der Auslaßdruck der Treibmittelvakuumpumpe **38** unter einen Zielwert, so veranlaßt dies die Nadel **385**, sich in die linke Richtung zu bewegen, wie in der Zeichnung dargestellt, wobei der Öffnungsbereich der Düse **383** vergrößert wird, was zu einer Verringerung der Menge des rezirkulierten bzw. rückgeführten Abgases und zu einem Druckanstieg des Wasserstoffgases (d. h. des Gemisches von Abgas und Wasserstoffgas), welches der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführt wird, führt. Im Gegensatz hierzu wird die Nadel **385** bei einem Anstieg des Auslaßdrucks über den Zielwert hinaus hierdurch veranlaßt, sich in die rechte Richtung zu bewegen, wie in der Zeichnung gezeigt ist, wodurch der Öffnungsbereich bzw. die Öffnungsfläche der Düse **383** abnimmt, was zu einer Zunahme der rezirkulierten bzw. rückgeführten Abgasmenge und zu einem Druckabfall des der Brennstoffzellenanordnung **10** zugeführten Wasserstoffgas führt.

[0056] Die Verwendung dieses Typs einer Treibmittelvakuumpumpe **38** ermöglicht es, den Öffnungsbereich der Düse **383** automatisch als eine Funktion des Auslaßdrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38** zu regulieren, was somit zu einer weiter vereinfachten Anordnung bzw. Aufbau des Brennstoffzellensystems führt.

[0057] **Fig. 5** zeigt die Treibmittelvakuumpumpe **38** gemäß der dritten erfindungsgemäßen Ausführungsform. Dieselben Bezugszeichen, wie sie in der ersten Ausführungsform verwendet wurden, bezeichnen dieselben Bauteile, und deren detaillierte Erläuterung bzw. Erklärung wird hier ausgelassen.

[0058] Die Treibmittelvakuumpumpe **38** hat einen hieran angeordneten PTC (Positiver Temperatur Koeffizient) – Heizer bzw. Heizapparat **392**, welcher zum Verhindern von Feuchtigkeit innerhalb der Treibmittelvakuumpumpe **38** in kalten Umgebungen bzw. Umgebungen von niedriger Temperatur dient. Der PTC-Heizer **392** ist an einem Abschnitt des Pumpengehäuses installiert bzw. angeordnet, innerhalb welchem das Abgas mit dem Wasserstoffgas vermischt wird. Der PTC-Heizer **392** erstreckt sich insbesondere von der Spitze der Düse **383** zu der stromabwärts gelegenen Seite des Auslasses **384**. Das PTC-Element, welches im Heizer **392** verwendet wird, wie es aus dem Stand der Technik wohlbekannt ist, dient als ein Heizer konstanter Temperatur, welcher eine Selbststeuerfunktion der Temperatur ausführt, womit die Notwendigkeit wegfällt, daß eine elektrische Energieversorgung gesteuert werden muß. Dies führt zu einer vereinfachten Anordnung bzw. Aufbau des

Brennstoffzellensystems verglichen mit dem Einsatz eines Heißdraht-Heizaggregates.

[0059] Obwohl die vorliegende Erfindung zum besseren Verständnis mit Bezug auf die bevorzugten Ausführungsformen offenbart wurde, soll bemerkt werden, daß die Erfindung auf verschiedenen bzw. unterschiedlichen Wegen ausgeführt werden kann, ohne von den Grundgedanken der Erfindung abzuweichen. Die Erfindung sollte daher als die Gesamtheit aller möglichen Ausführungsformen und Änderungen der gezeigten Ausführungsformen verstanden werden, welche ohne Abweichen von den Grundgedanken der Erfindung, wie sie in den angehängten Ansprüchen dargelegt sind, abzuweichen.

[0060] Beispielsweise dient das Brennstoffzellensystem der ersten Ausführungsform zum Steuern des Öffnungsbereichs der Düse **383** der Treibmittelvakuumpumpe **38** als eine Funktion ihres Auslaßdrucks, sie kann jedoch auch eine Fluß- bzw. Strömungsrate des Abgases, wie sie von einem Abgassensor gemessen wird, anstelle des Auslaßdrucks der Treibmittelvakuumpumpe **38** verwenden.

[0061] Das Brennstoffzellensystem der dritten Ausführungsform verwendet den PTC-Heizer **392**, es kann jedoch alternativ ein anderer Heizertyp verwendet werden.

Patentansprüche

1. Ein Brennstoffzellensystem, welches aufweist:

eine Brennstoffzelle, welche elektrische Energie erzeugt, welche aus einer chemischen Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff herröhrt;

eine Wasserstoffzuführleitung, welche der Brennstoffzelle ein Wasserstoffgas von einer Wasserstoffzufuhrvorrichtung zuführt;

eine Abgasrückführleitung, welche sich von der Brennstoffzelle zur Wasserstoffzuführleitung erstreckt; einen Abgasrückführmechanismus, welcher ausgestaltet ist, um ein Abgas, welches von der Brennstoffzelle abgegeben wird und Wasserstoff enthält, welches in der chemischen Reaktion nicht mit dem Sauerstoff reagiert hat, zur Brennstoffzelle durch die Abgasrückführleitung rückzuführen, wobei der Rückführmechanismus ausgestaltet ist, um eine Menge des rückgeführten Abgases zu steuern, wobei er dazu dient, das durch die Abgasrückführleitung strömende Abgas mit dem durch die Wasserstoffzuführleitung strömenden Wasserstoffgas zu vermischen, um ein Gasgemisch an die Brennstoffzelle abzugeben;

eine Schaltung zum Festlegen der Abgabeaforderung, welche zum Festlegen einer Forderung nach Abgabe elektrischer Energie von der Brennstoffzelle dient; und

eine Steuerung, welche zum Steuern der Menge des rückgeführten Abgases durch den Abgasrückführmechanismus als eine Funktion der Forderung nach Abgabe elektrischer Energie, welche durch die Schaltung zum Festlegen der Abgabeforderung festgelegt wird, dient, wodurch ein Auslaßdruck des Abgasrückführmechanismus gesteuert wird.

2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1; welches ferner einen Drucksensor aufweist, welcher zum Messen des Auslaßdrucks des Abgasrückführmechanismus dient, wobei die Steuerungsschaltung die Menge des rückgeführten Abgases als eine Funktion des mittels des Drucksensors gemessenen Auslaßdrucks steuert.

3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei welchem die Steuerung den Auslaßdruck des Abgasrückführmechanismus überwacht, um die Menge des mittels des Abgasrückführmechanismus rückgeführten Abgases derart zu steuern, daß der Auslaßdruck des Abgasrückführmechanismus unter Feedback-Steuerung in Übereinstimmung mit einem Zielwert gebracht ist.

4. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei welchem die Steuerung den Auslaßdruck des Abgasrückführmechanismus überwacht, um die Menge des mittels des Abgasrückführmechanismus rückgeführten Abgases derart zu steuern, daß der Auslaßdruck des Abgasrückführmechanismus unter Feedback-Steuerung in einen Zielbereich fällt.

5. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 4, bei welchem, wenn der Auslaßdruck des Abgasrückführmechanismus innerhalb des Zielbereichs liegt und eine tatsächliche Menge der mittels der Brennstoffzelle erzeugten elektrischen Energie kleiner als die geforderte Abgabe an elektrischer Energie durch die Brennstoffzelle ist, die Steuerung das Abgas aus der Abgasrückführleitung abläßt.

6. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, bei welchem der Abgasrückführmechanismus mittels einer Treibmittelvakuumpumpe implementiert ist, welche eine Düse mit einem Auslaß hat, aus welchem das Wasserstoffgas abgegeben wird, und welche derart gestaltet ist, daß eine Auslaßfläche der Düse steuerbar ist.

7. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 6, bei welchem die Treibmittelvakuumpumpe eine zulaufende

Nadel hat, welche koaxial innerhalb der Düse derart angeordnet ist, daß sie selektiv in einer ersten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel dem Auslaß der Düse nähert, und in einer zweiten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel vom Auslaß der Düse weg bewegt, bewegbar ist, wodurch sich die Auslaßfläche der Düse verändert.

8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 7, welches ferner einen Regler aufweist, welcher elektrisch bedienbar ist, um die zulaufende Nadel in einer ausgewählten der ersten oder zweiten Richtungen zu bewegen.

9. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, welches ferner eine Heizvorrichtung aufweist, welche zum Beheizen des Abgasrückführmechanismus dient.

10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9, bei welchem der Heizer derart installiert ist, daß er sich vom Auslaß der Düse stromabwärts des Wasserstoffgasstroms erstreckt.

11. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9, bei welchem der Heizer mittels eines PTC-Heizers implementiert ist.

12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, welches ferner einen Regulierungsmechanismus für den Wasserstoffzufuhrdruck aufweist, welcher zum Regulieren eines Drucks des von der Wasserstoffzufuhrvorrichtung abgegebenen Wasserstoffgases dient.

13. Brennstoffzellensystem, welches aufweist:

eine Brennstoffzelle, welche zum Erzeugen einer elektrischen Energie dient, welche von einer chemischen Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff herrührt; eine Wasserstoffzuführleitung, welche der Brennstoffzelle Wasserstoffgas von einer Wasserstoffzufuhrvorrichtung zuführt;

eine Abgasrückführleitung, welche sich von der Brennstoffzelle zur Wasserstoffzufuhrleitung erstreckt; und einen Abgasrückführmechanismus, welcher derart ausgestaltet ist, daß ein Abgas, welches von der Brennstoffzelle abgegeben wird und Wasserstoff aufweist, welcher mit dem Sauerstoff in der chemischen Reaktion nicht reagiert hat, durch die Abgasrückführleitung der Brennstoffzelle rückgeführt wird, wobei der Abgasrückführmechanismus zum Mischen des Abgases, welches durch die Abgasrückführleitung strömt, mit dem Wasserstoffgas, welches durch die Wasserstoffzufuhrleitung strömt, dient, um ein Gasgemisch an die Brennstoffzelle abzugeben, wobei der Abgasrückführmechanismus auf einen Druck des von dem Abgasrückführmechanismus abgegebenen Gasgemisches anspricht, um den Druck des Gasgemisches in Übereinstimmung mit einem Zieldruck zu bringen.

14. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 13, bei welchem der Abgasrückführmechanismus mittels einer Treibstoffvakuumpumpe implementiert ist, welche eine Düse mit einem Auslaß hat, von welchem das Wasserstoffgas abgegeben wird, und welche derart ausgestaltet ist, daß eine Auslaßfläche der Düse als Antwort auf den Druck des Gemisches variabel ist.

15. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 14, bei welchem die Treibmittelvakuumpumpe eine zulaufende Nadel aufweist, welche innerhalb der Düse koaxial hierzu angeordnet ist, um selektiv in einer ersten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel dem Auslaß der Düse nähert, und in einer zweiten Richtung, in welcher sich die zulaufende Nadel sich von dem Auslaß der Düse entfernt, bewegbar ist, wodurch die Auslaßfläche der Düse verändert ist.

16. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 15, bei welchem die Treibmittelvakuumpumpe ein elastisches Stellglied hat, welches elastisch auf den Druck des Gemisches reagiert, um die zulaufende Nadel in einer ausgewählten der ersten oder zweiten Richtungen zu bewegen.

17. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 16, bei welchem das elastische Stellglied mittels einer Feder implementiert ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

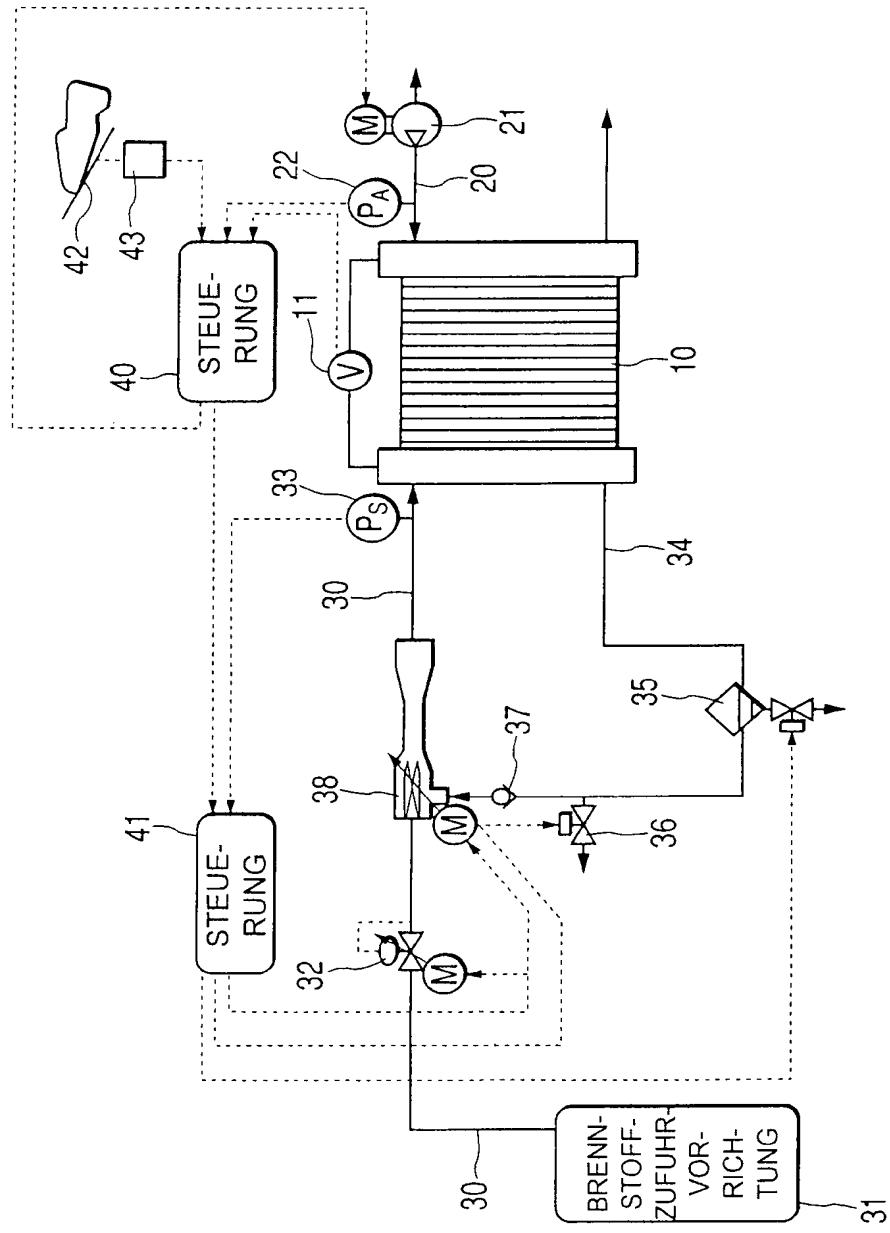


FIG. 2

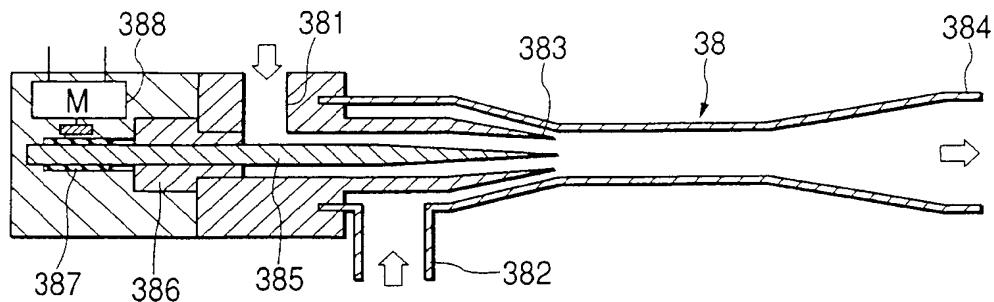


FIG. 4

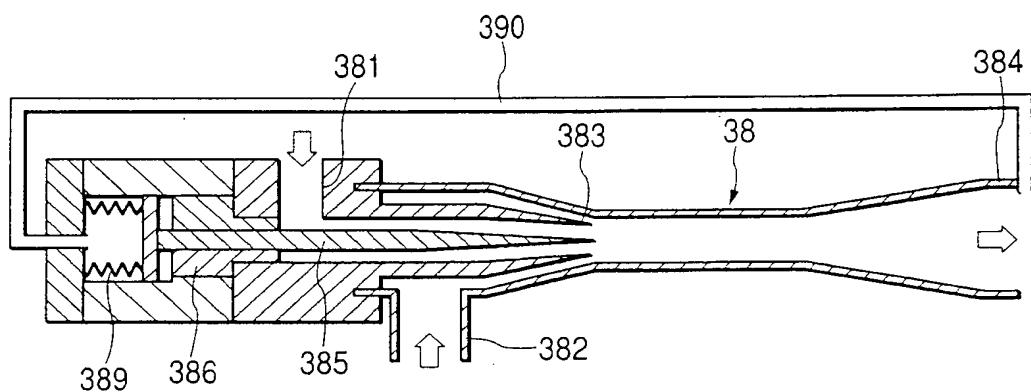


FIG. 5

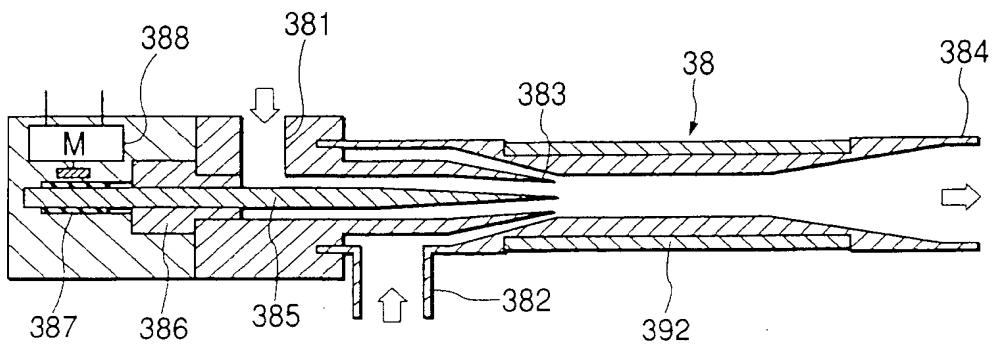


FIG. 3

